

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08005795  
PUBLICATION DATE : 12-01-96

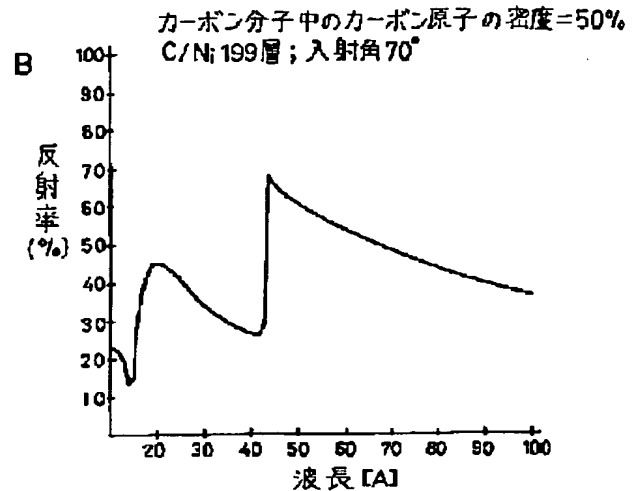
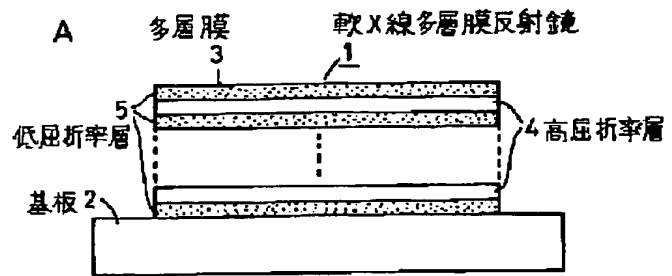
APPLICATION DATE : 22-06-94  
APPLICATION NUMBER : 06140381

APPLICANT : JAPAN AVIATION ELECTRON IND LTD;

INVENTOR : ETO KAZUYUKI;

INT.CL. : G21K 1/06 H01L 21/027

TITLE : SOFT X-RAY MULTI-LAYER FILM  
REFLECTIVE MIRROR



ABSTRACT : PURPOSE: To increase the reflectivity in a soft x-ray wavelength range.

CONSTITUTION: A soft X-ray multi-layer film reflective mirror 1 has a multi-layer film structure where the first substance with a high refractive index to soft X rays and the second substance which is less refractive than the first one are alternately laminated, and the thickness of a highly refractive layer 4 made of the first substance and that of a less refractive layer 5 made of the second substance are set so that soft X rays reflected respectively on the boundaries between both layers can intensify each other. As the first substance, carbon with a fullerene or nanotube (molecular) structure is selected. It is desirable to use as the carbon molecules C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>, C<sub>76</sub> or C<sub>84</sub> which is more easily available. Moreover, prior art nickel, for example, may be used as the second substance.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

INVENTOR: Ralph KURT  
MATTER NO.: 306353  
CLIENT REF.: P-0373.010-US  
FILED: October 24, 2003  
TITLE: LITHOGRAPHIC APPARATUS, OPTICAL ...  
  
PILLSBURY WINTHROP LLP  
MCLEAN, VIRGINIA

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-5795

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

G 2 1 K 1/06

C

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/ 30

5 3 1 Z

5 3 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平6-140381

(22) 出願日

平成6年(1994)6月22日

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 江藤 和幸

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番6号 日本

航空電子工業株式会社内

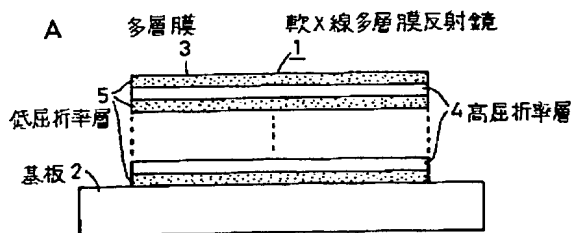
(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 軟X線多層膜反射鏡

(57) 【要約】

【目的】 軟X線波長領域における反射率を増加させる。

【構成】 軟X線多層膜反射鏡1は、軟X線に対する屈折率が高い第1の物質と、それより屈折率の低い第2の物質とが交互に積層される多層膜構造を有し、第1の物質より成る高屈折率層4の厚さと、第2の物質より成る低屈折率層5の厚さとが、それら両層の複数の境界でそれぞれ反射される軟X線がお互いに強めあうように設定される。この発明では、第1の物質としてフラーレン又はナノチューブ(分子)構造を有する炭素が選定される。その炭素分子として、比較的入手容易なC<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>、C<sub>76</sub>又はC<sub>84</sub>を用いるのが望ましい。また第2の物質として例えば、従来のニッケルを用いることができる。



4: カーボンのフラーレン分子又はナノチューブ(分子)構造

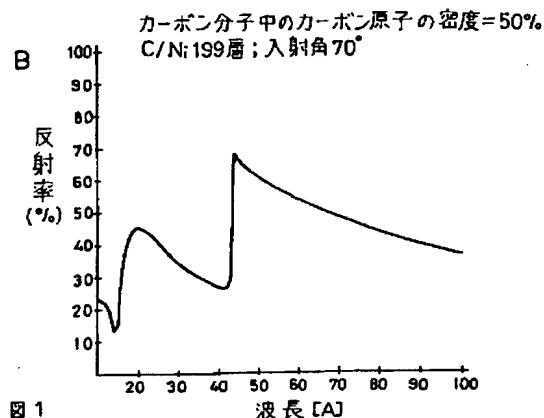


図 1

波長 [Å]

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟X線に対する屈折率が高い第1の物質と、それより屈折率の低い第2の物質とが交互に積層される多層膜構造を有し、前記第1の物質より成る高屈折率層の厚さと、前記第2の物質より成る低屈折率層の厚さとが、それら両層の複数の境界でそれぞれ反射される軟X線がお互いに強めあうように設定されている軟X線多層膜反射鏡において、

前記第1の物質が炭素のフラーレン分子構造を有することを特徴とする軟X線多層膜反射鏡。

【請求項2】 軟X線に対する屈折率が高い第1の物質と、それより屈折率の低い第2の物質とが交互に積層される多層膜構造を有し、前記第1の物質より成る高屈折率層の厚さと、前記第2の物質より成る低屈折率層の厚さとが、それら両層の複数の境界でそれぞれ反射される軟X線がお互いに強めあうように設定されている軟X線多層膜反射鏡において、

前記第1の物質が炭素のナノチューブ（分子）構造を有することを特徴とする軟X線多層膜反射鏡。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記第1の物質を構成する炭素のフラーレン分子又はナノチューブ（分子）が $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、 $C_{76}$ 又は $C_{84}$ 分子であることを特徴とする軟X線多層膜反射鏡。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかにおいて、前記第2の物質がニッケルであることを特徴とする軟X線多層膜反射鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は半導体素子製造プロセスのリソグラフィ等に使用される軟X線多層膜反射鏡に関し、特に反射率の向上に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 軟X線多層膜反射鏡1は、図4Aに示すように、軟X線（X線は一般に波長の大小によって軟X線と硬X線とに分けられる）に対する屈折率が高い第1の物質と、それより屈折率の低い第2の物質とが交互に積層される多層膜構造を有し、第1の物質より成る高屈折率層4の厚さと、第2の物質より成る低屈折率層5の厚さとが、それら両層の複数の境界でそれぞれ反射される軟X線の反射光Lbがお互いに強めあうように設定されている。

【0003】 高入射角で入射する軟X線波長域の光に対する吸収率の変化特性は図5に示すように、吸収端と呼ばれる波長 $\lambda_a$ の近傍で急激に変化する。これは物質の屈折率が大きく変動するためである。この吸収端 $\lambda_a$ は物質に固有の値であり、カーボンでは4.4nmである。軟X線多層膜反射鏡の反射率は吸収端の前後で大きく変化し、吸収端より長波長側で高反射率を示す。そのため使用する軟X線の波長により必要に応じて物質を変える必要がある。例えば高又は低屈折率層としてそれぞ

れカーボン（炭素）又はニッケルを使用した場合には、カーボン又はニッケルの吸収端 $\lambda_a$ はそれぞれ4.4nm又は1.6nmであるので、これらの吸収端 $\lambda_a$ の近傍を除いた波長の軟X線に対して用いられる。

【0004】 従来のカーボンとニッケルを用いた199層より成る多層膜反射鏡1の入射角 $70^\circ$ における反射率は、図4Bに示すように、60%以下である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 LSI等の高密度化に伴い、リソグラフィを用いるパターンニング工程において、パターン幅が1 $\mu m$ 或いはそれ以下とますます超微細になっている。このような超微細で高精度のパターンニング技術に用いる軟X線多層膜反射鏡に対して現状の反射率では不十分で、その改善が要望されていた。この発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、目的とするところは反射率の改善である。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

（1）請求項1の発明では、前記第1の物質が炭素のフラーレン分子構造を有する。

（2）請求項2の発明では、前記第1の物質が炭素のナノチューブ（分子）構造を有する。

【0007】 （3）請求項3の発明では、前記（1）又は（2）において、前記第1の物質を構成する炭素のフラーレン分子又はナノチューブ（分子）が $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、 $C_{76}$ 又は $C_{84}$ 分子とされる。

（4）請求項4の発明では前記（1）～（3）のいずれかにおいて、前記第2の物質としてニッケルが選定される。

## 【0008】

【実施例】 図4に示した従来の軟X線多層膜反射鏡1において、高屈折率層（C層）4のカーボン分子を構成するカーボン原子の密度が小さくなるに従い、反射鏡の屈折率の増加することが発明者によって予測され、更に理論的に検証された。即ち、カーボン原子の密度を50%と仮定し、軟X線の波長を変えると図1Bの反射率特性が計算により得られ、更にカーボン原子の密度を小さくして行き、その極限として真空状態になったと仮定した場合には、図2Bの反射率特性が得られる。

【0009】 これにより多層膜反射鏡1の反射率を大きくするには、高屈折率層（C層）4のカーボン原子の密度を小さくすればよいことが分った。このようにカーボン原子の密度が小さい物質としては、 $C_{60}$ （カーボン原子60個で1個のカーボン分子を構成する、他も同様）、 $C_{70}$ 、 $C_{76}$ 又は $C_{84}$ …（原子数120程度又はそれ以上の物質まで知られている）より成り、その分子構造が図3Aに示すようにカーボン原子が球面状に結合したフラーレン分子構造、又は図3Bに示すようにカーボン原子が単層又は多層の同心円筒状（図の場合は3層）に結合したナノチューブ分子構造をもつ物質が存在す

3

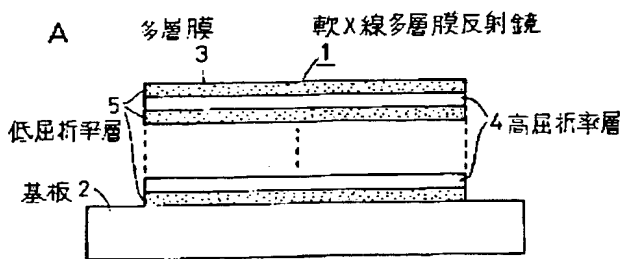
る。これらの物質は球面内部又は内側円筒の内部は中空で原子の存在しないものである。

【0010】フラーレン分子又はナノチューブ分子を構成するカーボンとしては、比較的入手が容易で、分子構造や特性の解明が進んでいる $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、 $C_{76}$ 、 $C_{84}$ 等を用いるのが望ましい。また低屈折率層5としては、化学的特性が比較的安定で、比較的安価に得られ、使用実績もあるニッケルを用いるのが望ましい。

【0011】

【発明の効果】この発明では、高屈折率層4として、 $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、 $C_{76}$ 、 $C_{84}$ …等のフラーレン又はナノチューブ分子構造をもつ物質を用いることによって、カーボン分子を構成するカーボン原子の密度を50%以下に低減することが可能であり、その結果、軟X線に対する反射率を従来より大幅に増加できる。

【図1】



4: カarbonのフラーレン分子又はナノチューブ(分子)構造

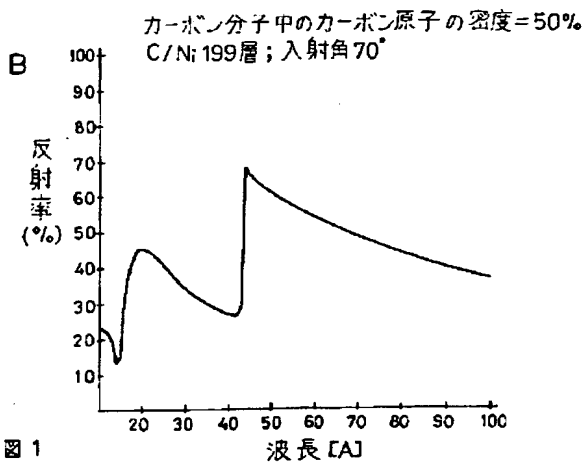


図1

4

【図面の簡単な説明】

【図1】Aはこの発明の実施例を示す断面図、BはAの軟X線波長領域における反射率特性を示すグラフ。

【図2】Aは高屈折率層が真空層で、低屈折率層がニッケルより成るものと仮定した場合の軟X線多層膜反射鏡の断面図、BはAの軟X線波長領域の反射率特性を示すグラフ。

【図3】Aは $C_{60}$ フラーレン分子の構造を示す模式図、Bはカーボンナノチューブ(分子)構造を示す原理的な斜視図。

【図4】Aは従来の軟X線多層膜反射鏡の断面図、BはAの軟X線波長領域における反射率特性を示すグラフ。

【図5】カーボン、ニッケル又はその他の1種類の原子よりなる物質の軟X線波長領域における原理的な光吸収率特性を示すグラフ。

【図2】

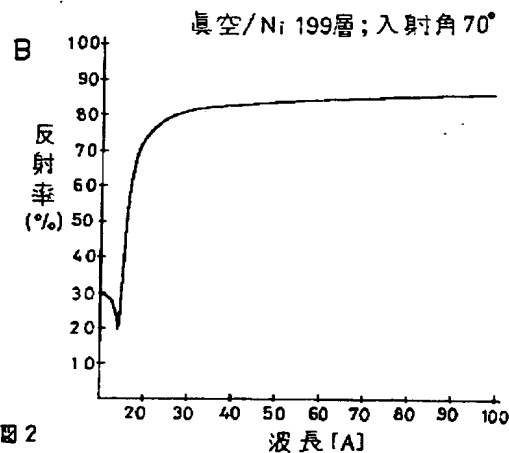
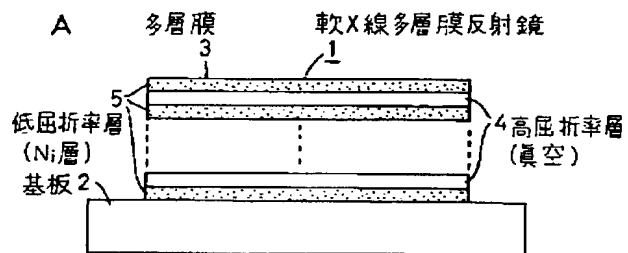
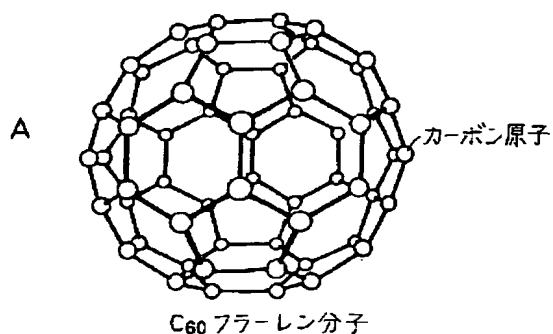
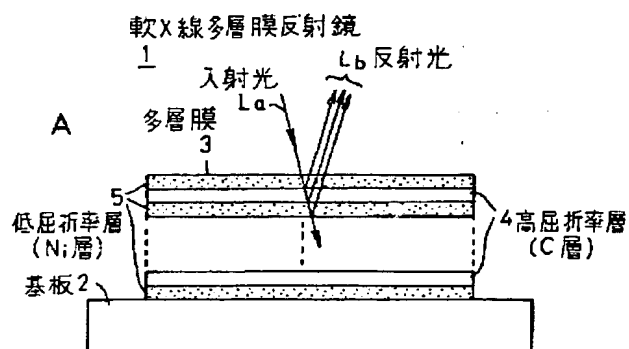


図2

【図3】



【図4】



B



図 3

【図5】

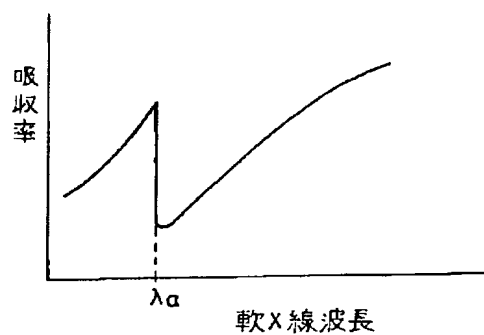


図 5

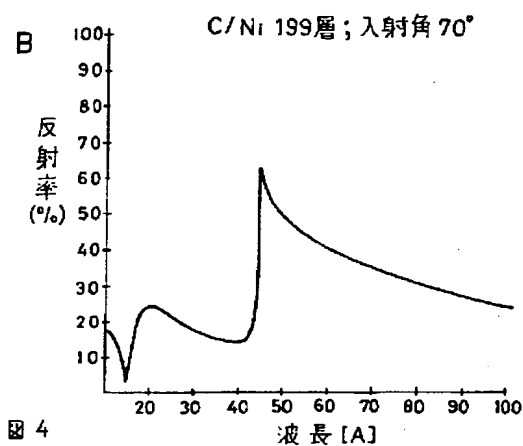


図 4

INVENTOR: Ralph KURT  
 MATTER NO.: 306353  
 CLIENT REF.: P-0373.010-US  
 FILED: October 24, 2003  
 TITLE: LITHOGRAPHIC APPARATUS, OPTICAL ...

PILLSBURY WINTHROP LLP  
 MCLEAN, VIRGINIA